



27123

PATENT TRADEMARK OFFICE

Docket No. 1232-4807

175  
#5

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Tsuneo KANDA

Group Art Unit: 1756

Serial No.: 10/033,081

Examiner:

Filed: December 27, 2001

For: MASK AND PROJECTION EXPOSURE APPARATUS

CLAIM TO CONVENTION PRIORITYCommissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILEDRECEIVED  
MAR 18 2002  
TC 1700

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2000-401228  
Filing Date(s): December 28, 2000

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 4, 2002

By:

Joseph A. Calvaruso  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No. 1232-4807

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Tsuneo KANDA

Group Art Unit: 1756

Serial No.: 10/033,081

Examiner:

Filed: December 27, 2001

For: MASK AND PROJECTION EXPOSURE APPARATUS

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority
2. One Priority Document
3. Return Postcard receipt

COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

RECEIVED

MAR 18 2002

TC 1700

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Director of Patents, Box Assignments, Washington, D.C., 20231.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 7, 2002

By: \_\_\_\_\_

Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-401228

[ST.10/C]:

[JP2000-401228]

出 願 人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

RECEIVED

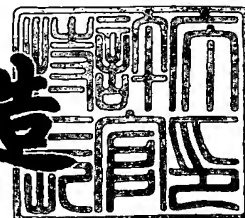
MAR 18 2002

TC 1700

2002年 1月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3001020

【書類名】 特許願

【整理番号】 4382022

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 マスク及び投影露光装置

【請求項の数】 23

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 神田 恒雄

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

    【識別番号】 100086818

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009623

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9703877

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マスク及び投影露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板のパターンがある面側に透明部材を有するマスクにおいて、前記透明部材による光路の変化を補正する補正手段を有することを特徴とするマスク。

【請求項 2】 パターンの描画誤差を補正する補正手段を有することを特徴とするマスク。

【請求項 3】

基板のパターンがある面側に透明部材を有するマスクにおいて、前記透明部材の変形による光学特性の変化を補正する補正手段を前記透明部材に設けたことを特徴とするマスク。

【請求項 4】

基板のパターンがある面側に透明部材を有するマスクにおいて、前記パターンの描画誤差を補正する補正手段を前記透明部材に設けたことを特徴とするマスク。

【請求項 5】

基板のパターンがある面側に透明部材を有するマスクにおいて、前記パターンの描画誤差と前記透明部材の変形による光学特性の変化とを補正する補正手段を前記透明部材に設けたことを特徴とするマスク。

【請求項 6】

基板のパターンがある面側に、防塵用の透明部材を有するマスクにおいて、前記透明部材の光入出射面のうちの少なくとも一方に非球面加工を施したことを特徴とするマスク。

【請求項 7】

前記透明部材は防塵機能を有し、前記補正手段は非球面を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のマスク。

【請求項 8】

前記非球面は前記透明部材の前記基板側に形成してあることを特徴とする請求

項 6 又は 7 に記載のマスク。

【請求項 9】

前記補正手段は、前記透明部材の面を機械加工して形成された非球面、又は蒸着により成膜して形成された非球面より成ることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のマスク。

【請求項 1 0】

前記透明部材の変形は、該透明部材の自重による変形又は／及び該透明部材を枠に取り付けた時に生じる応力による変形であることを特徴とする請求項 3 又は 5 に記載のマスク。

【請求項 1 1】

前記透明部材は、枠を介して前記基板に取り付けられることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載のマスク。

【請求項 1 2】

前記基板と前記透明部材は、石英または蛍石を材料とすることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載のマスク。

【請求項 1 3】

前記石英がフッ素ドーブ石英であることを特徴とする請求項 1 2 に記載のマスク。

【請求項 1 4】

前記補正手段は、前記マスクから、前記パターンの各部分からの光線束が正しい光路を向かって出るように形成してあることを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 のいずれか 1 項に記載のマスク。

【請求項 1 5】

前記補正手段は、前記マスクが露光装置に設置されて該露光装置の投影光学系により前記パターンの像が投影される時に前記パターン像の歪曲が小さくなるように形成してあることを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 のいずれか 1 項に記載のマスク。

【請求項 1 6】

請求項 1 ～ 1 5 ののいずれか 1 項に記載のマスクのパターンを投影光学系によ

って感光体上に投影することにより該感光体を前記パターンで露光する段階と、該露光した感光体を現像する段階とを含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 1 7】

マスクを設置するマスクステージと、該マスクを照明する照明光学系と、該照明されたマスクのパターンを投影する投影光学系とを有し、前記マスクとして請求項 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載のマスクが設置でき且つ該マスクのパターンが投影できるように前記マスクステージ及び前記各光学系が構成してあることを特徴とする投影露光装置。

【請求項 1 8】

前記照明光学系は波長 2 0 0 nm 以下の光により前記マスクを照明することを特徴とする請求項 1 7 に記載の投影露光装置。

【請求項 1 9】

前記波長 2 0 0 nm 以下の光は Ar F エキシマレーザまたは F 2 エキシマレーザから供給されることを特徴とする請求項 1 8 に記載の投影露光装置。

【請求項 2 0】

前記投影光学系の対称歪曲収差を調節する機構を有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の投影露光装置。

【請求項 2 1】

前記投影光学系の球面収差を調節する機構を有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の投影露光装置。

【請求項 2 2】

前記調節機構により前記マスクの前記透明部材で生じる球面収差を補正することを小さくすることを特徴とする請求項 2 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 2 3】

前記投影光学系は物体側及び像側の双方がテレセントリックな光学系であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マスク及び投影露光装置に関し、例えばICやLSI等の半導体デバイスやCCD等の撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスや磁気ヘッド等のデバイス製造するためのフォトリソグラフィ工程での使用に好適なマスク及び投影露光装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体素子の製造におけるフォトリソグラフィ工程では、レチクルやフォトマスク（以下、マスクと総称する）に形成された回路パターンを感光剤が塗布された半導体ウエハ（感光基板）に転写する投影露光装置が使用される。この投影露光装置では、マスク上のパターンを所定の倍率（縮小率）で高精度にウエハ上に転写するためには、結像性能のよい、収差を抑えた投影光学系を用いることが重要である。近年では、半導体デバイスの一層の微細化要求により、従来の投影光学系で期待されていた結像性能以上に、微細なパターンを転写する結像性能を持つ事が要求されている。

## 【0003】

解像力を向上させる為の手段として投影露光装置に対して過去行われてきた方法として、露光光の波長を固定して投影光学系のNAを大きくしていく手法や、露光波長をg線からi線、更にはエキシマレーザー光（波長が300nm以下）というようにより短波長化していく手法がとられてきた。また最近では位相シフトマスクや変形照明等により、光露光による光加工の限界を広げる試みが行われている。

## 【0004】

露光波長が短波長化してくると、その透過率、耐久性、等の性能上の問題、材料コストの問題等で投影光学系として今迄使用して材料が使用できなくなり、使用できる光学材料が、限定されてくる。

## 【0005】

そのため、例えば、ArFエキシマレーザー（中心波長193nm）以降の世代である露光装置に用いる投影レンズも、透過タイプで使用する部材の数を減らした簡略な構成をとる必要がある。しかし、投影光学系の構成を簡略化すると、



レンズ調整時におけるパラメーター数が減少し、それに伴い、調整自由度も減少する。従って、性能上、高い到達点を達成するのが困難になる。しかしその一方で、微細化が進む中において、今迄以上に高性能な投影レンズが必要であり、露光波長の短波長化に伴う投影レンズの製造難易度は、急激に増している。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

一方、投影露光装置において用いられているマスクには回路パターン面にゴミや塵等の異物が付着しないように防塵用の透明部材であるペリクル膜（異物付着防止膜）が設けられている。これによって製品の歩留りを向上させている。

## 【 0 0 0 7 】

このペリクル膜も露光波長の短波長化に伴い、上記と同じ問題を抱えている部材の1つである。その問題を回避する為、今迄の材料に対し、膜ではなく、硝材より成る一定の厚さを有した平行平板で構成するという提案もなされている。

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、このような平行平板で構成した透明部材を用いると、それを露光装置に適用したとき自重でたわみ、投影光学系により投影されたパターン（回路パターン像）には、透明部材の自重変形に起因する諸収差、特にディストーションが発生してくる。通常、このような防塵用の透明部材は、マスクに長方形の枠を介して固定されるため、この透明部材の面内のたわみ分布は、図3のようになる。図3においては各領域のたわみを数値で示している。図3は1/4倍縮小スキャナーの露光領域に係るペリクルの形状の場合であり、寸法は、104mm×132mmで厚さ200 $\mu$ mの場合を示しており、最頂部と最底部の高低差は34nm程度となる。これらのたわみで発生するディストーションは、図4のようになり、特開平4-130711号公報で提案されている手法を参酌して補正を行なっても、回転対称な誤差成分は補正できるが、図5に示すとおり補正できない量が残る。

## 【 0 0 0 9 】

なお、同公報の補正機構は、投影露光装置の一機構であり、防塵用の透明部材の変形（たわみ）に基づく投影光学系の倍率変化を投影レンズ中の空気室の圧力

を変えて補正し、同変形に基づく投影光学系のピント位置の変動は、ウエハ面を変動後のピント位置に追従させるものである。

【0010】

一方、マスクの基板に回路パターンが設計値どおりに描画されていないと、歪んだ回路がウエハに転写されることになるので、マスクに描いた回路パターンの設計値からのズレ（描画誤差）を補正する手段を設けた投影露光装置が特開平7-29803号公報で提案されている。

【0011】

本発明の目的は防塵用の透明部材や回路パターンの描画誤差に基づく画質（回路パターン像の質）の低下を高精度に防止または減少させることが可能なマスクと投影露光装置手を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本願発明の第1の形態は、基板の回路パターンなどのパターンがある面側に例えば防塵用の透明部材を有するマスクにおいて、前記透明部材による光路の変化を補正する補正手段を有することを特徴とするマスクである。

【0013】

本願発明の第2の形態は、回路パターンなどのパターンの描画誤差を補正する補正手段を有することを特徴とするマスクである。

【0014】

本願発明の第3の形態は、基板の回路パターンなどのパターンがある面側に例えば防塵用の透明部材を有するマスクにおいて、前記透明部材の変形による光学特性の変化を補正する補正手段を前記透明部材に設けたことを特徴とするマスクである。

【0015】

本願発明の第4の形態は、基板の回路パターンなどのパターンがある面側に例えば防塵用の透明部材を有するマスクにおいて、前記回路パターンの描画誤差を補正する補正手段を前記透明部材に設けたことを特徴とするマスクである。

【0016】

本願発明の第 5 の形態は、基板の回路パターンなどのパターンがある面側に例えば防塵用の透明部材を有するマスクにおいて、前記回路パターンの描画誤差と前記透明部材の変形による光学特性の変化とを補正する補正手段を前記透明部材に設けたことを特徴とするマスクである。

【 0 0 1 7 】

本願発明の第 6 の形態は、基板のパターンがある面側に、例えば防塵用の、透明部材を有するマスクにおいて、前記透明部材の光入出射面のうちの少なくとも一方に非球面加工を施したことを特徴とするマスクである。

【 0 0 1 8 】

本願発明の第 7 の形態は、上記第 1 ～ 第 6 形態において、前記透明部材は防塵機能を有し、前記補正手段は非球面を備えることを特徴とするマスクである。

【 0 0 1 9 】

本願発明の第 8 の形態は、上記第 6 又は 7 の形態において、前記非球面は前記透明部材の前記基板側に形成してあることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 0 】

本願発明の第 9 の形態は、上記第 1 ～ 第 8 の形態において、前記補正手段は、前記透明部材の面を機械加工して形成された非球面、又は蒸着により成膜して形成された非球面より成ることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 1 】

本願発明の第 1 0 の形態は、上記第 3 又は第 5 の形態において、前記透明部材の変形は、該透明部材の自重による変形又は／及び該透明部材を前記基板に取り付けた時に生じる応力による変形であることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 2 】

本願発明の第 1 1 の形態は、上記第 1 ～ 第 1 0 の形態において、前記透明部材は、枠を介して前記基板に取り付けられることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 3 】

本願発明の第 1 2 の形態は、上記第 1 ～ 第 1 0 の形態において、前記基板と前記透明部材は、石英または蛍石を材料とすることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 4 】

本願発明の第 1 3 の形態は、上記 1 2 の形態において前記石英がフッ素ドーピング石英であることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 5 】

本願発明の第 1 4 の形態は、上記第 1 ～第 1 3 の形態において、前記補正手段は、前記マスクから、前記パターンの各部分からの光線束が正しい光路を向かって出るように形成してあることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 6 】

本願発明の第 1 5 の形態は、上記第 1 ～第 1 3 の形態において、前記補正手段は、前記マスクが露光装置に設置されて該露光装置の投影光学系により前記パターンの像が投影される時に前記回路パターン像の歪曲が小さくなるように形成してあることを特徴とするマスクである。

【 0 0 2 7 】

本願発明の第 1 6 の形態は、上記第 1 ～第 1 5 のいずれかの形態のマスクの回路パターンを投影光学系によって感光体上に投影することにより該感光体を前記回路パターンで露光する段階と、該露光した感光体を現像する段階とを含むことを特徴とするデバイス製造方法である。

【 0 0 2 8 】

本願発明の第 1 7 の形態は、マスクを設置するマスクステージと、該マスクを照明する照明光学系と、該照明されたマスクのパターンを投影する投影光学系とを有し、前記マスクとして上記第 1 ～第 1 5 形態のいずれかのマスクが設置でき且つ該マスクの回路パターンが投影できるように前記マスクステージ及び前記各光学系が構成してあることを特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 2 9 】

本願発明の第 1 8 の形態は、上記第 1 7 の形態において、前記照明光学系は波長 2 0 0 nm 以下の光により前記マスクを照明することを特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 3 0 】

本願発明の第 1 9 の形態は、上記第 1 8 の形態において、前記波長 2 0 0 nm 以下の光は ArF エキシマレーザまたは F 2 エキシマレーザから供給されることを

特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 3 1 】

本願発明の第 2 0 の形態は、上記第 1 7 の形態において、前記投影光学系の対称歪曲収差を調節する機構を有することを特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 3 2 】

本願発明の第 2 1 の形態は、上記第 1 7 の形態において、前記投影光学系の球面収差を調節する機構を有することを特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 3 3 】

本願発明の第 2 2 の形態は、上記第 2 1 の形態において、前記調節機構により前記マスクの前記透明部材で生じる球面収差を補正することを小さくすることを特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 3 4 】

本願発明の第 2 3 の形態は、上記第 1 7 の形態において、前記投影光学系は物体側及び像側の双方がテレセントリックな光学系であることを特徴とする投影露光装置である。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

（実施形態 1）

図 1 は本発明の実施形態 1 のマスク（レチクルとも言う。）の要部断面図である。

【 0 0 3 6 】

図 1 において、マスク M は、部材 1、2、3 を有しており、2 はマスク M の基板であり、投影露光装置に組み込んだ時に投影光学系側となる面（通常下側の面）PM にパターン（回路パターン）が描画されている。

【 0 0 3 7 】

1 はゴミや塵等の異物が基板 2 のパターン面 PM に付着するのを防止する為の防塵用の透明部材（異物付着防止部材、ペリクル）であり、マスク基板 2 の面（パターン面）PM 側に取り付けた支持棒 3 により支持している。透明部材 1 とマスク基板 2 は、波長 1 0 0 n m ～ 2 0 0 n m の光に対し透明な硝材（フッ素ドー

ブ石英、蛍石)より成っている。

【 0 0 3 8 】

透明部材 1 の基板 2 側の面 A S には、透明部材 1 を付けたマスク M を投影露光装置に設置してマスク M のパターンの像をウエハ上へ投影する時、透明部材 1 の自重による変形や支持枠に取付時の応力による変形によって結像光線束の光路が正規の光路から変化することにより、このパターン像に生じる諸収差とくに歪曲収差)を補正したり基板 2 の面 P M に電子線露光装置を使って描画されている回路パターンの、設計値からの誤差(描画誤差)を補正したりする為の補正手段としての、非球面が形成してある。

【 0 0 3 9 】

光入射面 A S に補正手段を設けると反対面の光射出面 B S にゴミが付着したときふき取り易くなるので好ましいが、必要に応じて、面 B S に非球面を形成する形態を採ってもよく、面 A S と面 B S の双方に非球面を形成するなどして補正手段を設ける形態をとっても良い。なお、面 B S に非球面がある場合、その再加工がし易い。

【 0 0 4 0 】

補正手段としては、透明部材 1 の面 A S を回転対称や回転非対称の非球面形状としたものがある。補正手段のつくり方としては、非対面加工することや薄膜等を付着させてつくる方法がある。

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、硝材より成る透明部材 1 の基板 2 側の面に球面又は非球面加工により形成した補正手段によってマスク M のパターンからの結像光線束の光路を偏向して正規の光路に修正することによって、透明部材 1 の自重変形に基づくディストーション及び/又はマスク M のパターンの描画誤差に基づくディストーションを補正することにより、投影レンズによる回路パターンの結像に実質的に影響を及ぼさないようにし、高画質(歪みのない高品質のパターン像)が得られるマスク及び投影露光装置を達成している。

【 0 0 4 2 】

なお、防塵用の透明部材 1 を基板 2 に取り付ける時に枠 3 を用いず基板に直接

接着する形態もありえる。また、通常の薄いペリクルを用いる場合或いは薄いペリクルと同じ材料で厚くて重いペリクルを構成した場合に、自重による変形やパターン描画誤差に基づく画質（パターン像の質）の低下が問題になれば、本発明の解決手段を適用するといひ。

## 【 0 0 4 3 】

図 2 は本発明の実施形態 2 である投影露光装置の概略図である。

## 【 0 0 4 4 】

本実施形態は、本発明を半導体素子、液晶素子、撮像素子或いは磁気ヘッドなどのデバイスを製造する際に使用するステップ&リピート型の投影露光装置やステップ&スキャン型の走査型の投影露光装置に適用した場合を示す。

## 【 0 0 4 5 】

本実施形態の投影露光装置は、各種マスクを設置するマスクステージ（不図示）と、このマスクを照明する照明光学系 5 と、照明されたマスクの回路パターンをウエハ 8 上に投影する物体側及び像側の双方がテレセントリックな投影光学系 4 とを有し、マスクとして上記第 1 のいずれかのマスク M が設置でき且つマスク M の回路パターンが投影できるようにマスクステージ及び各光学系 4, 5 が構成してある。

## 【 0 0 4 6 】

照明光学系 5 は、光源であるエキシマレーザ 6 からの波長 2 0 0 n m 以下のレーザ光を導光路 7 を介して受け、このレーザ光をインコヒーレント化し且つ断面強度分布を均一化した形で、マスクのパターン領域の形状に対応した断面形状を持つ照明光でマスクを照明する。エキシマレーザ 6 はパルス発振又は連続発振が可能な A r F エキシマレーザ（発振波長 1 9 3 n m、半値幅 0. 6 p m 以下）や F 2 エキシマレーザ（発振波長 1 5 7 n m、半値幅 0. 2 p m 以下）より成る。

## 【 0 0 4 7 】

投影光学系 4 は、投影光学系 4 の対称歪曲収差を調節するための公知の機構や投影光学系 4 の球面収差を調節するための公知の機構を有し、これらの機構によってマスク M の透明部材 1 で生じる球面収差や対称歪曲収差を補正したり小さくすることが可能である。また、投影光学系 4 は、dioptric系やcata-dioptric系

より成り、マスクM等のマスクやレチクルの回路パターンの縮小像をウエハW上に縮小投影する。この光学系4のレンズ系は石英及び/又は螢石より成る。

#### 【0048】

ステップ&リピート方式の露光装置の場合は、投影光学系4により、マスクM上に描画されている露光すべき電子回路パターン全体の縮小像が投影光学系4によってXYステージ10のウエハチャック9により吸着保持されたウエハ8のショット領域毎に一括して投影され転写される。

#### 【0049】

又、ステップ&スキャン方式の露光装置の場合は、ウエハ8のショット領域毎に照明光学系5によってマスクを断面形状が矩形または円弧のスリット状の照明光で照明し、この照明光のスリット状断面形状の幅方向に関してマスクとウエハ8を、投影光学系4の光軸と直交する方向に、互いに逆向きに投影光学系4の投影倍率と同じ速度比で走査することにより、マスクの露光すべき回路パターン全体の縮小像をウエハ8のショット領域に投影して転写する。

#### 【0050】

実施形態1及び2におけるマスクMの防塵用の透明部材1（ペリクル）は、理想的形状を有する所定の厚さの平行平板を用いているが、マスクMの基板2に取り付けマスクMとして図示するような投影露光装置に組み込んだ時には、その硝種、厚さ、寸法及び保持方法に応じた自重による変形が発生し、この自重変形による諸収差、特に歪曲収差が多く発生する。例えば、透明部材1の硝材を石英、厚さ200 $\mu$ mとした場合、その自重変形は歪曲収差補正手段としての上記非球面を形成していないと図3に示すようになる。図4は図3に示す自重変形によって発生する歪曲収差をシュミレーションしたときの模式図である。

#### 【0051】

図4において「○印」は、透明部材1に自重変形がなく、歪曲収差のない時にマスクMのパターン面PM上の各物点を出た結像光線束の主光線がウエハ8上に入射する際の入射位置（理想像点と言える）を示す。「○印」から出た線（直線）の先端位置は透明部材1に図3に示すような自重変形が生じて各主光線の光路が変化した時のウエハ8面上への各主光線の入射位置を示す。この直線が長い程



、歪曲収差が多いことを示す。図5は、図4で示した歪曲収差を投影光学系4が備える対称歪曲収差補正手段により補正したときのウエハ面上の各位置に入射する主光線の位置を図4と同様に示した説明図である。図5に示すように対称歪曲収差は改善されてるが、非対称な歪曲収差成分が残っており、不十分である。本実施形態1及び2によれば、非球面によって、対称歪曲収差に加えてこの非対称な歪曲収差成分をも補正できる。

#### 【0052】

実施形態1及び2のマスクMは透明部材1の基板2側の面ASに前記歪曲収差を補正するための補正手段として非球面を機械加工により形成している。非球面加工の加工指示値の求め方を図6を用いて説明する。

#### 【0053】

図6において、マスクMの基板2のパターン面PMと透明部材1の面ASとの距離を $D_r$ （自重変形によるたわみ分を含む）、透明部材1の板厚を $D_p$ 、透明部材1の材質の屈折率を $n$ 、光線の面ASでの入射地点 $P_i$ における透明部材1の面ASの傾きを $\delta$ とすると、光線の面BSの出射地点 $P_o$ に関する自重変形によるシフト量 $S$ （マスクM上換算）は、

$$S = D_p \times \delta (1 - 1/n) \quad \dots\dots (1)$$

であらわすことができる。即ち透明部材1のたわみに応じた量だけ（傾き分）主光線が $S$ だけシフトする。したがって光線の出射地点 $P_o$ において、光線の角度 $\theta$ が

$$\theta = S / (D_r + D_p) \quad \dots\dots (2)$$

となるように面の角度を設定すれば自重変形によるシフト量がなくなる。

#### 【0054】

即ち

$$n\theta = \delta + X \quad \dots\dots (3)$$

を満たす、角度 $X$ を算出する。このように面ASを非球面加工することにより、透明部材1の光射出面BSから射出した光線LFの延長線上に点 $P_r$ が位置するようにしている。

#### 【0055】

この計算を、加工を施す透明部材の光入射面 A S 上の複数点について行い、これら複数点に関する計算結果 X をスプライン関数でつなぎ合わせ面 A S 全体の面形状（非球面形状）を決定する。

## 【 0 0 5 6 】

したがって、透明部材 1 の厚さ、硝材、保持方法が決まっているならば、常に同じ自重変形が起こるので、各透明部材 1 に同じ形状の非球面加工を施しておけばよい。更に、透明部材をマスク M の基板 2 に貼り付ける際、通常まず枠 3 に貼り付けるが、その貼り付け方に依存して透明部材 1 に生じる応力によって透明部材 1 が変形し、その変形に伴い歪曲収差を発生させる場合もある。このときの変形は、透明部材の自重と応力とによるものであり、透明部材 1 の厚さ、形状、硝材、枠の形状に依存するため、枠の寸法、接着条件、透明部材の仕様が決めれば、どの透明部材でも同一の形状になりうる。そのため、その変形にあわせて、前述の方法で非球面形状を決定、加工することにより、枠に接着したことで生じる応力による透明部材 1 の変形による歪曲収差も自重変形による歪曲収差と同時に補正することができる。

## 【 0 0 5 7 】

このように透明部材 1 の自重変形で発生する歪曲収差を透明部材 1 の片面に非球面加工を施すことにより補正することにより、従来のペリクル付きマスクと同様に使用することができる。

## 【 0 0 5 8 】

透明部材の自重変形で発生する諸収差としては歪曲収差の他にコマ収差、非点収差等があり、これらも同様の方法で補正することができる。

## 【 0 0 5 9 】

本実施形態によれば、透明部材の変形による諸収差の変化を透明部材自身で補正している為、他の光学系（投影光学系）で補正する必要がなく、又、高精度の補正が行なえる。

## 【 0 0 6 0 】

次に本発明の実施形態 3 であるマスクについて図面を使わずに説明する。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態 3 のマスクは実施形態 1 のマスクに比べて防塵用の透明部材を枠 3 を用いずに直接、電子回路パターンが描画されているマスク基板に装着して構成している。

#### 【 0 0 6 2 】

これによれば、透明部材を投影露光装置に適用したとき透明部材の自重変形による諸収差の発生を少なくすることができる。

#### 【 0 0 6 3 】

パターン面を覆う透明部材の在るマスクを対象に設計製作した投影光学系によりマスクのパターンを投影する投影露光装置にパターン面を覆う透明部材がないマスクを設置して投影露光を行なう時は設計時考慮した透明部材の板厚を補償する光学部材をマスクのパターン面直下の光路中に挿脱可能にするのが良い。

#### 【 0 0 6 4 】

次に本発明の実施形態 4 である、マスク M の基板に描画してある電子回路パターンの各部分の座標が描画したかった実際の設計値から外れて誤差が生じている時にこの描画誤差を防塵用の透明部材の光入出射面の少なくと一方に非球面などの補正手段を設けることにより補正する場合について説明する。このようなパターン描画誤差は、上述した通りリソグラフィーによってガラス基板上に金属より成る電子回路パターンを形成する際、例えば電子ビーム露光装置により電子回路パターンを描画（E B 描画）、つまり露光する時に生ずる。

#### 【 0 0 6 5 】

図 7 はマスク M の基板 2 に形成されている、描画誤差を含む回路パターンの説明図であり、マスク M のパターン面 P M に平行な方向からマスクを見た図である。

#### 【 0 0 6 6 】

図 7 において、点 P o はマスク M の基板 2 の電子回路パターンのある箇所のパターン面 P M 上で本来あるべき位置（設計値どおり）であり、描画誤差が無く電子回路パターンの内のこの箇所が描画された場合の位置を示す。一方、点 P r は基板 2 のパターン面 P M に電子線描画法によって実際に描画された上述の設計値点 P o に対応する電子回路パターンのある箇所の位置を示す。

## 【 0 0 6 7 】

$\Delta$ は点P<sub>r</sub>と点P<sub>o</sub>とパターン面PMの面内での差（距離）であり、パターンの描画誤差に相当している。

## 【 0 0 6 8 】

パターン面PMと透明部材1の光入射側面ASとの距離をD<sub>r</sub>、透明部材1の板厚をD<sub>p</sub>、透明部材1の材質の屈折率をnとすると、面ASの曲面形状の設定方法は、前述した透明基板1が自重変形をし、それより生ずる諸収差を補正するのと同様である。

## 【 0 0 6 9 】

即ち、差 $\Delta$ は、面ASの傾きを $\delta$ とすると、

$$\Delta = D_r \times \delta (1 - n) \quad \cdots \cdots (1a)$$

となる。

## 【 0 0 7 0 】

光線の出射地点P<sub>ont</sub>において、光線の角度 $\theta$ が

$$\theta = \Delta / (D_r + D_p) \quad \cdots \cdots (2a)$$

となるように、面の角度を設定すれば良い。

## 【 0 0 7 1 】

これより

$$n \cdot \theta = \delta + X \quad \cdots \cdots (3a)$$

を満たす角度Xを算出する。

## 【 0 0 7 2 】

このようにして求めた角度Xを基に面ASを非球面加工している。

## 【 0 0 7 3 】

本実施形態4ではパターン面PMの点P<sub>r</sub>から出射した光束が透明基板1の出射面BSから出射するとき、パターン面PMの点P<sub>o</sub>から出射したように、面ASの点P<sub>i</sub>の傾きを設定する。即ち面BSから射出した光線LFの延長線上に点P<sub>o</sub>が位置するように面ASを加工している。このような面加工をパターン面PMに描画された点P<sub>r</sub>以外のパターンの各点についても同様に行う。即ちパターンの各点から出射した光束があたかも本来あるべき位置（設計位置）から出射し

たかのような方向へ進むように透明部材 1 の光入射面 A S の各部分の傾き角を設定する。

#### 【 0 0 7 4 】

以上の実施形態におけるマスク M のパターン面 P M 側の透明基板は主として防塵を目的とするものであったが、防塵目的以外の収差補正を主目的とするような透明部材はパターン面 P M 側に支持枠を介して取り付けられているようなマスクやレチクルにも本発明は適用できる。

#### 【 0 0 7 5 】

本発明のマスクや投影露光装置用いた半導体デバイスの製造方法の実施形態を以下に説明する。

#### 【 0 0 7 6 】

図 8 は、本発明のデバイス（I C や L S I 等の半導体チップ、或いは液晶パネルや C C D 等）の製造方法のフローチャートである。これについて説明する。ステップ 1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう、ステップ 2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ 3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、前記用意したマスク（レチクル）3 とウエハ 7 と本発明の投影レンズとを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップ 5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作成されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ 6（検査）ではステップ 5 で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ 7）される。

#### 【 0 0 7 7 】

図 9 は、上記ウエハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ 1 1（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ 1 2（C V D）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ 1 3（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ 1 4（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。

ステップ 1 5 (レジスト処理) ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ 1 6 (露光) では本発明の投影露光装置によってレチクルの回路パターンをウエハに投影露光する。ステップ 1 7 (現像) では露光したウエハを現像する。ステップ 1 8 (エッチング) では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ 1 9 (レジスト剥離) ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【 0 0 7 8 】

本実施形態の製造方法を用いれば、高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【 0 0 7 9 】

【発明の効果】

以上、防塵用などの透明部材や回路パターンの描画誤差に基づく画質 (回路パターン像の質) の低下を高精度に防止または減少させることが可能なマスクと投影露光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 のマスクの要部断面図

【図 2】 本発明の実施形態 2 の投影露光装置の概略図

【図 3】 本発明に係る防塵用の透明部材の自重変形の説明図

【図 4】 ウエハ面上に入射する主光線の位置を示す説明図

【図 5】 図 4 の状態のマスクに対して対称歪曲収差の補正を行なった後のウエハ面上に入射する主光線の位置を示す説明図

【図 6】 透明部材の自重変形による歪曲収差の補正の説明図

【図 7】 パターン描画誤差による歪曲収差の補正の説明図

【図 8】 本発明のデバイス製造方法のフローチャート

【図 9】 本発明のデバイス製造方法のフローチャート

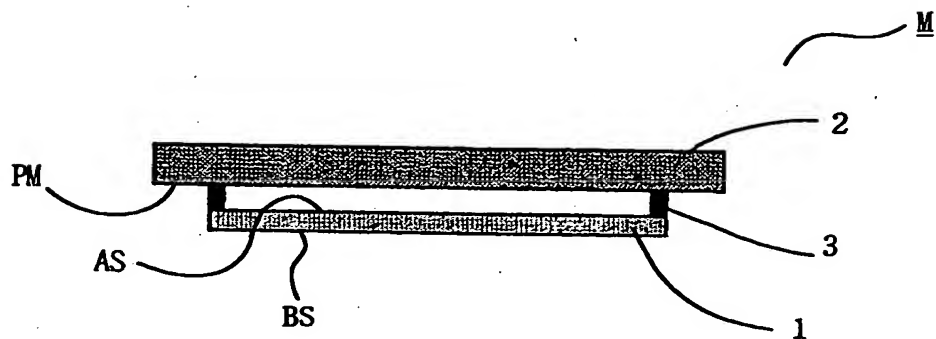
【符号の説明】

M        マスク  
1        透明部材 (ペリクル)

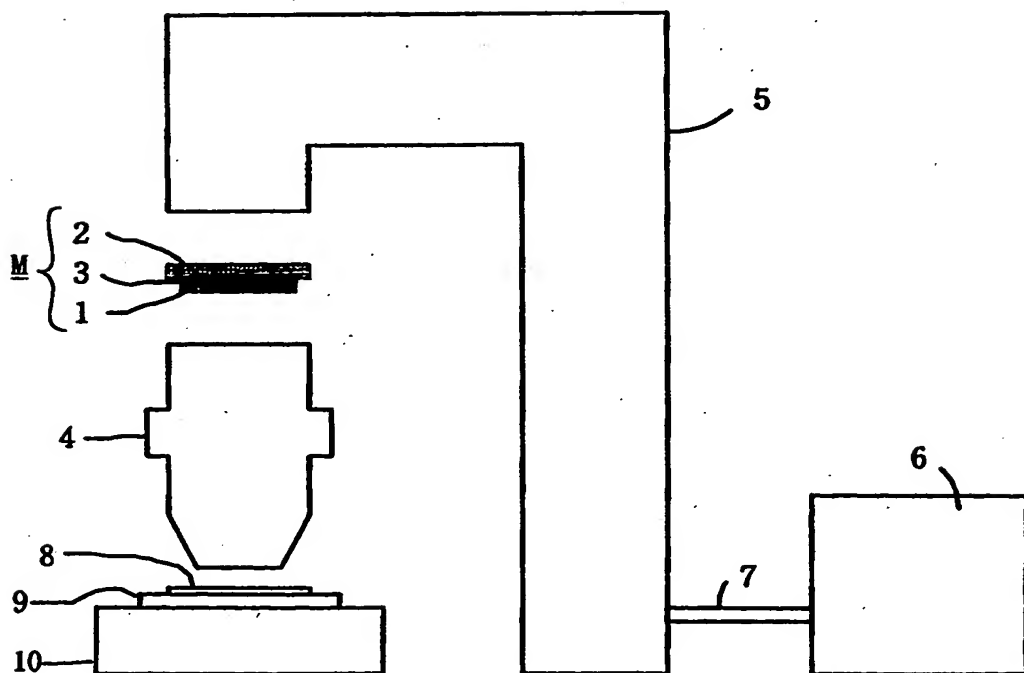
- 2      マスク基板
- 3      枠
- 4      投影光学系
- 5      露光照明光学系
- 6      光源
- 7      導光路
- 8      ウエハ
- 9      チャック
- 1 0    X Y Z  $\theta$  ステージ

【書類名】 図面

【図 1】

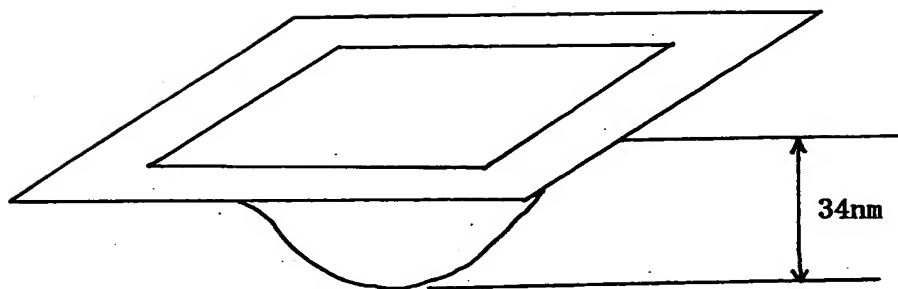


【図 2】

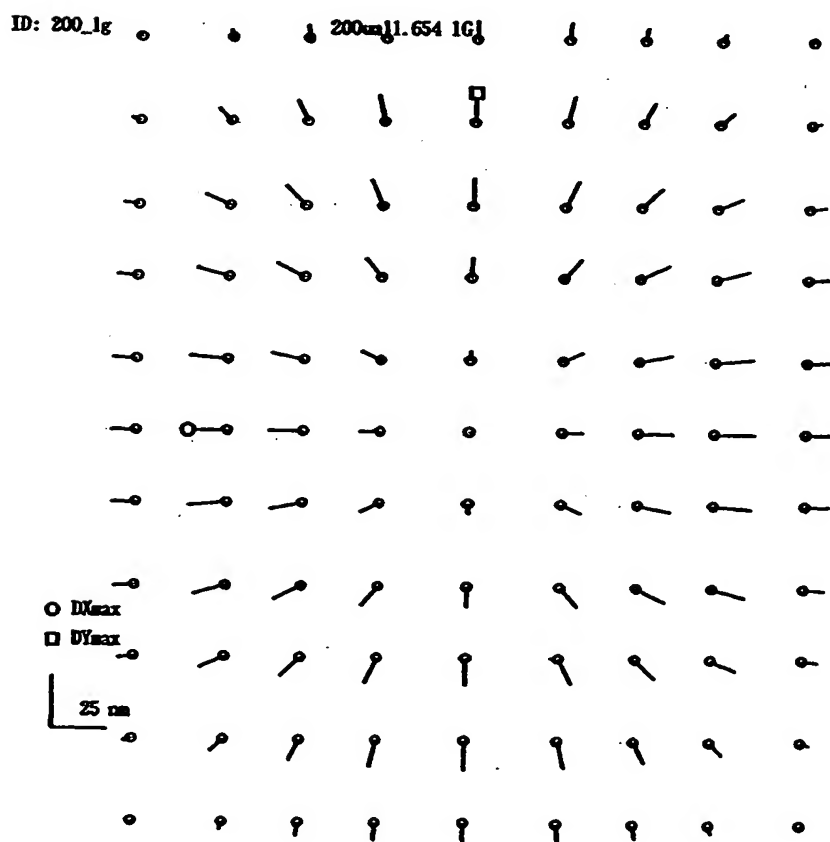




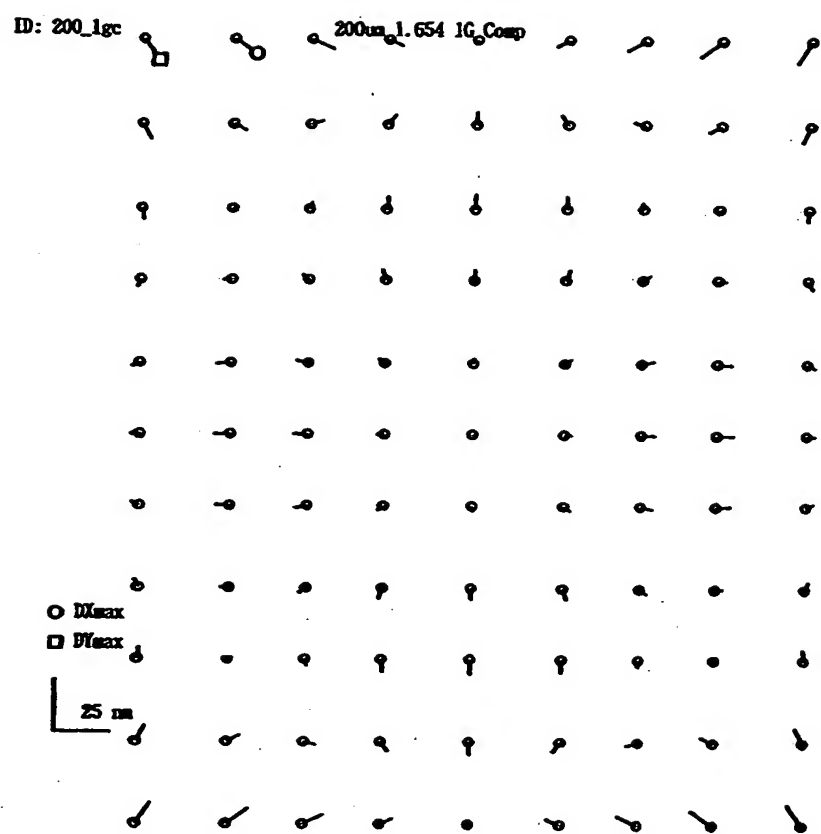
【図 3】



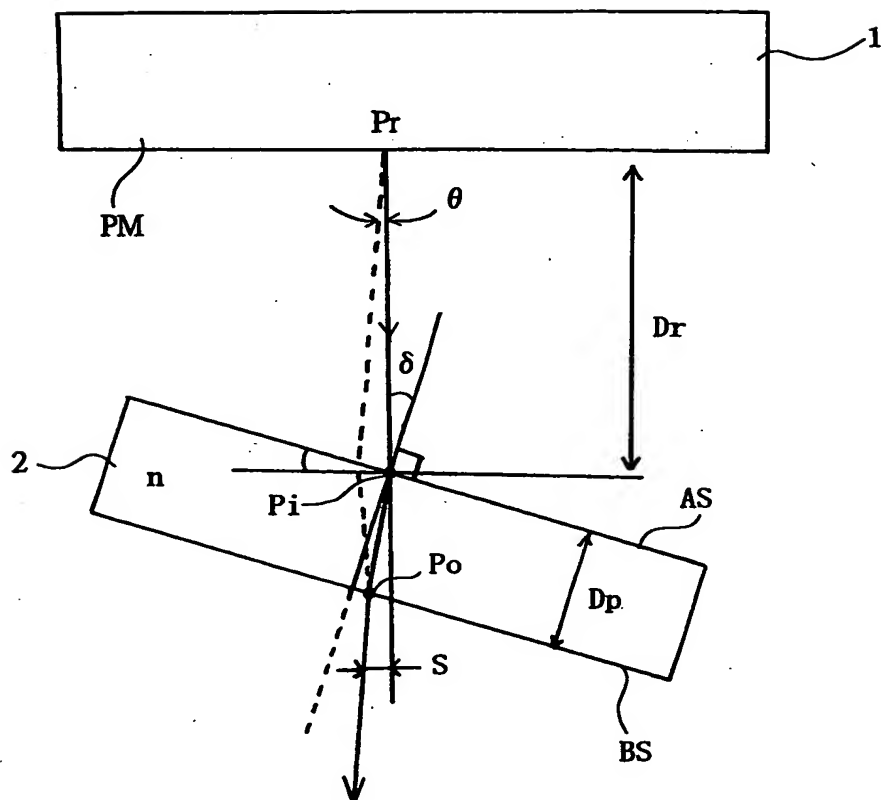
【図 4】



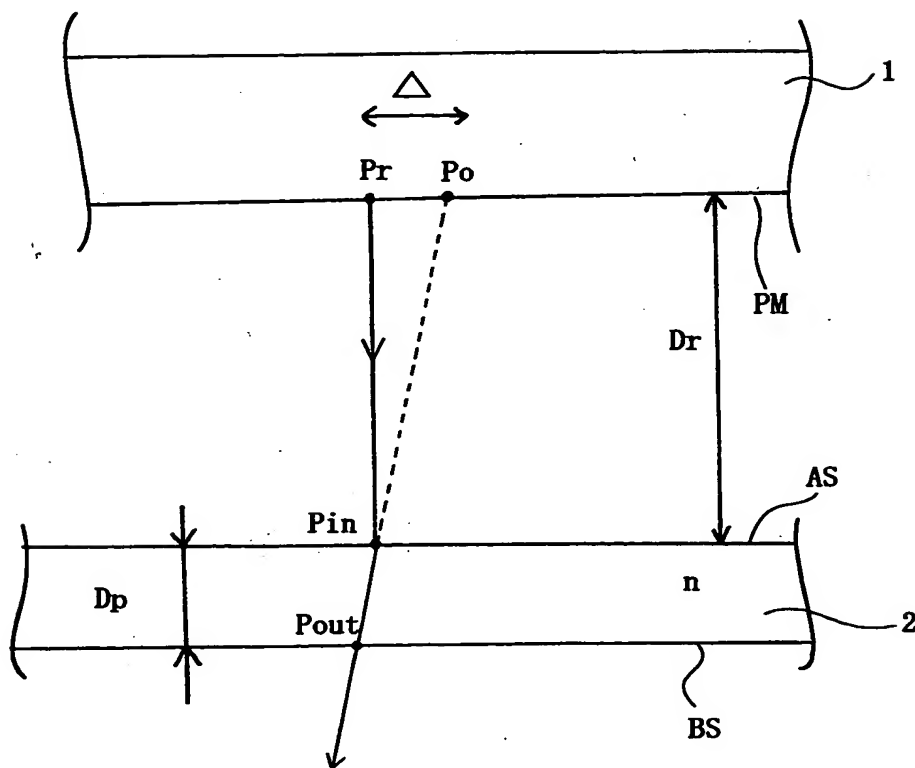
【図 5】



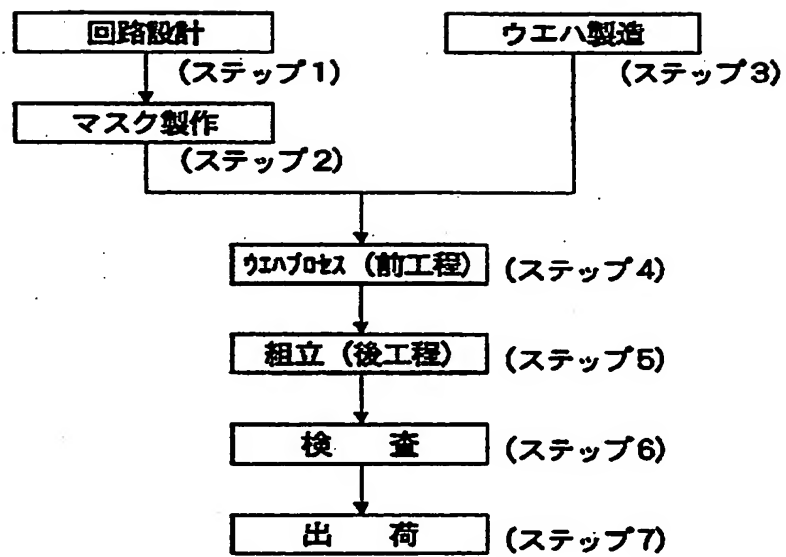
【図 6】



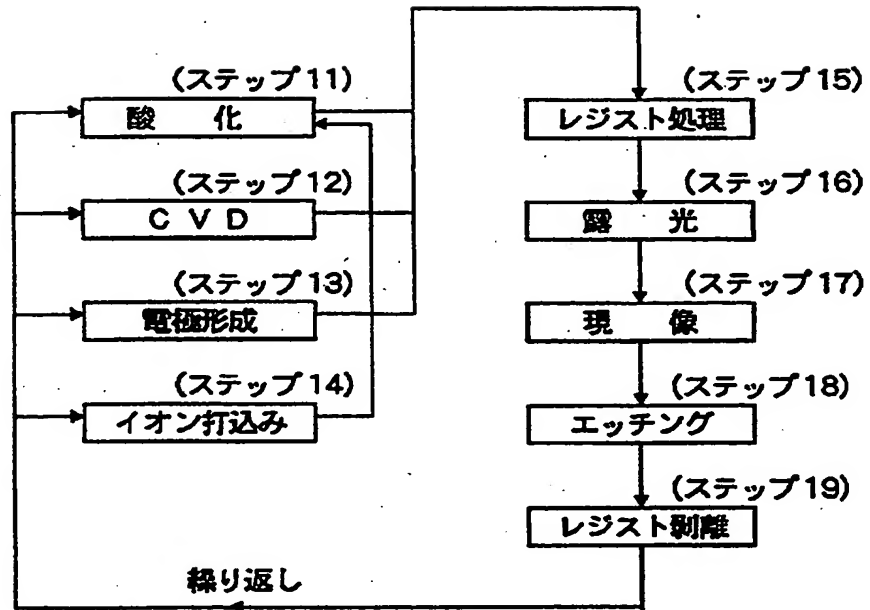
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高解像度電子回路パターン像が容易に得られるマスク及びそれを用いた投影露光装置を得ること。

【解決手段】 回路パターンが描画されているマスク基板の、該回路パターンが描画されている面側に防塵用の透明部材を支持枠を介して、又は該面に直接取着したマスクであって、該透明部材には、理想的形状からの変形後の光学特性の変化を補正する補正手段が設けられていること。

【選択図】 図 1

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成13年12月11日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2000-401228  
【補正をする者】  
    【識別番号】 000001007  
    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
    【代表者】 御手洗 富士夫  
【代理人】  
    【識別番号】 100086818  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高梨 幸雄  
【手続補正 1】  
    【補正対象書類名】 明細書  
    【補正対象項目名】 0 0 0 8  
    【補正方法】 変更  
    【補正の内容】 1  
【手続補正 2】  
    【補正対象書類名】 明細書  
    【補正対象項目名】 0 0 0 9  
    【補正方法】 変更  
    【補正の内容】 2  
【手続補正 3】  
    【補正対象書類名】 明細書  
    【補正対象項目名】 0 0 3 8  
    【補正方法】 変更  
    【補正の内容】 3



【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書  
 【補正対象項目名】 0 0 3 9  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】 4

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書  
 【補正対象項目名】 0 0 4 0  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】 5

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書  
 【補正対象項目名】 0 0 4 1  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】 6

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書  
 【補正対象項目名】 0 0 4 5  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】 7

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書  
 【補正対象項目名】 0 0 5 1  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】 8

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書  
 【補正対象項目名】 0 0 6 1  
 【補正方法】 変更

【補正の内容】 9

【手続補正 10】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】 10

【手続補正 11】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】 11

【手続補正 12】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 図面の簡単な説明

【補正方法】 変更

【補正の内容】 12

【プルーフの要否】 要

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、このような平行平板で構成した透明部材を用いると、それを露光装置に適用したとき自重でたわみ、投影光学系により投影されたパターン（回路パターン像）には、透明部材の自重変形に起因する諸収差、特にディストーションが発生してくる。通常、このような防塵用の透明部材は、マスクに長方形の枠を介して固定されるため、この透明部材の面内のたわみ分布は、図3のようになる。図3においては各領域のたわみを数値で示している。図3は1/4倍縮小スキャナー（投影光学系の倍率が1/4である走査型投影露光装置）の露光領域に係るペリクルの形状の場合であり、寸法は、104mm×132mmで厚さ200μmの場合を示しており、最頂部と最底部の高低差は34nm程度となる。これらのたわみで発生するディストーションは、図4のようになり、特開平4-130711号公報で提案されている手法を参酌して補正を行なっても、回転対称な誤差成分は補正できるが、図5に示すとおり補正できない量が残る。

【 0 0 0 9 】

なお、同公報の上記ディストーションの補正機構は、投影露光装置の一機構であり、防塵用の透明部材の変形（たわみ）に基づく投影光学系の倍率変化を投影レンズ中の空気室の圧力を変えて補正し、同変形に基づく投影光学系のピント位置の変動は、ウエハ面を変動後のピント位置に追従させるものである。

## 【 0 0 3 8 】

透明部材 1 の基板 2 側の面 A S には、透明部材 1 を付けたマスク M を投影露光装置に設置してマスク M のパターンの像をウエハ上へ投影する時、透明部材 1 の自重による変形や支持枠に取付時の応力による変形によって結像光線束の光路が正規の光路から変化することにより、このパターン像に生じる諸収差、とくに歪曲収差を補正したり基板 2 の面 P M に電子線露光装置を使って描画されている回路パターンの、設計値からの誤差（描画誤差）を補正したりする為の補正手段としての、非球面が形成してある。

【 0 0 3 9 】

光入射面 A S に補正手段を設けると反対面の光射出面 B S にゴミが付着したときふき取り易くなるので好ましいが、必要に応じて、面 B S に非球面を形成する形態を採ってもよく、面 A S と面 B S の双方に非球面を形成するなどして補正手段を設ける形態をとっても良い。なお、面 B S に非球面がある場合には非球面の再加工がし易い。

【 0 0 4 0 】

補正手段としては、透明部材 1 の面 A S を回転対称や回転非対称の非球面形状としたものがある。補正手段のつくり方としては、面 A S、B S を非対面加工することや面 A S、B S に非球面を持つ薄膜等を付着させてつくる方法がある。

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、硝材より成る透明部材 1 の基板 2 側の面に球面又は非球面加工により形成した補正手段によってマスク M のパターンからの結像光線束の光路を偏向して正規の光路に修正することによって、透明部材 1 の自重変形に基づくディストーション及び/又はマスク M のパターンの描画誤差に基づくディストーションを補正することにより、投影レンズによる回路パターンの結像に実質的に影響を及ぼさないようにし、高画質（歪みのない高品質のパターン像）が得られるマスク及び投影露光装置を達成している。



【 0 0 4 5 】

本実施形態の投影露光装置は、各種マスクを設置するマスクステージ（不図示）と、このマスクを照明する照明光学系 5 と、照明されたマスクの回路パターンをウエハ 8 上に投影する物体側及び像側の双方がテレセントリックな投影光学系 4 とを有し、マスクとして上記実施形態 1 で説明したマスクのいずれかのマスク M が設置でき且つマスク M の回路パターンが投影できるようにマスクステージ及び各光学系 4，5 が構成してある。

## 【 0 0 5 1 】

図 4 において「○印」は、透明部材 1 に自重変形がなく、歪曲収差のない時にマスク M のパターン面 PM 上の各物点を出た結像光線束の主光線がウエハ 8 上に入射する際の入射位置（理想像点と言える）を示す。「○印」から出た線（直線）の先端位置は透明部材 1 に図 3 に示すような自重変形が生じて各主光線の光路が変化した時のウエハ 8 面上への各主光線の入射位置を示す。この直線が長い程、歪曲収差が多いことを示す。図 5 は、図 4 で示した歪曲収差を投影光学系 4 が備える対称歪曲収差補正手段により補正したときのウエハ面上の各位置に入射する主光線の位置を図 4 と同様に示した説明図である。図 5 に示すように対称歪曲収差は改善されてるが、非対称な歪曲収差成分が残っており、歪曲収差の補正が不十分である。本実施形態 1 及び 2 によれば、非球面によって、対称歪曲収差に加えてこの非対称な歪曲収差成分をも補正できる。

【 0 0 6 1 】

本実施形態 3 のマスクは実施形態 1 のマスクに比べて防塵用の透明部材を、枠 3 を用いずに、直接、電子回路パターンが描画されているマスク基板に装着して構成している。

## 【 0 0 7 3 】

本実施形態4ではパターン面PMの点P<sub>r</sub>から出射した光束が透明基板1の出射面BSから出射するとき、あたかもパターン面PMの点P<sub>o</sub>から出射したように、面ASの点P<sub>i</sub>の傾きを設定する。即ち面BSから射出した光線LFの延長線上に点P<sub>o</sub>が位置するように面ASを加工している。このような面加工をパターン面PMに描画された点P<sub>r</sub>以外のパターンの各点についても同様に行う。即ちパターンの各点から出射した光束があたかも本来あるべき位置（設計位置）から出射したかのような方向へ進むように透明部材1の光入射面ASの各部分の傾き角を設定する。

【 0 0 7 9 】

【発明の効果】

以上、防塵用などの透明部材の変形や回路パターンの描画誤差に基づく画質（回路パターン像の質）の低下を高精度に防止または減少させることが可能なマスクと投影露光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 のマスクの要部断面図

【図 2】 本発明の実施形態 2 の投影露光装置の概略図

【図 3】 本発明に係る防塵用の透明部材の自重変形の説明図

【図 4】 ウエハ面上に入射する主光線の位置を示す説明図

【図 5】 図 4 の状態のマスクに対して対称歪曲収差の補正を行なった後の  
ウエハ面上に入射する主光線の位置を示す説明図

【図 6】 透明部材の自重変形による歪曲収差の補正の説明図

【図 7】 パターン描画誤差による歪曲収差の補正の説明図

【図 8】 本発明のデバイス製造方法のフローチャート

【図 9】 図 8 のウエハプロセスのフローチャート

【符号の説明】

M	マスク
1	透明部材（ペリクル）
2	マスク基板
3	枠
4	投影光学系
5	露光照明光学系
6	光源
7	導光路
8	ウエハ
9	チャック
10	XYZθステージ

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-401228
受付番号	50101814655
書類名	手続補正書
担当官	北原 良子 2413
作成日	平成13年12月20日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000001007

【住所又は居所】

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】

キャノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100086818

【住所又は居所】

東京都目黒区自由が丘2丁目9番23号 ラポー  
ル自由が丘301号 高梨特許事務所

【氏名又は名称】

高梨 幸雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社